

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. Juni 2004 (10.06.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/048820 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F16H 61/42**,
61/44, B60K 17/10

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003682

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. November 2003 (06.11.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 55 048.4 26. November 2002 (26.11.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **O & K ORENSTEIN & KOPPEL AG** [DE/DE];
Staakener Strasse 53-63, 13581 Berlin (Spandau) (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **IVANTYSYNOVA**,
Monika [DE/DE]; Bickbüschen 29, 23843 Bad Oldesloe
(DE). **WEBER, Jürgen** [DE/DE]; Baumwiesenweg 21,
01139 Dresden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,

CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: HYDROSTATIC MULTI-MOTOR DRIVE

(54) Bezeichnung: HYDROSTATISCHER MEHRMOTORENANTRIEB

(57) Abstract: The invention relates to a hydrostatic multi-motor drive comprising at least two hydraulic motors that output a common load. The aim of the invention is to create a solution with which a broad operating range is covered by using a number of motors while ensuring a coupling of the motors that is as simple and free of problems as possible. The invention also aims to provide a method for controlling the drive whereby enabling the continuous transition between the different operating ranges. To these ends, the motors (2, 3) are connected to one another by at least one free-wheel (4), of which motor (2) that is mounted behind said free-wheel has an adjustable displacement volume.

(57) Zusammenfassung: Mit einem hydrostatischen Mehrmotorenantrieb mit wenigstens zwei hydraulischen, eine gemeinsame Last beaufschlagenden Motoren, soll eine Lösung geschaffen werden, mit der ein weiter Betriebsbereich durch die Verwendung mehrerer Motoren abgedeckt und dabei eine möglichst einfache und unproblematische Kopplung der Motoren gewährleistet wird. Außerdem soll ein Verfahren zur Steuerung des Antriebes angegeben werden, das kontinuierliche Übergänge zwischen den unterschiedlichen Betriebsbereichen erlaubt. Dies wird dadurch erreicht, dass die Motoren (2,3) durch wenigstens einen Freilauf (4) miteinander verbunden sind, wobei der hinter dem Freilauf angeordnete Motor (2) ein verstellbares Verdrängungsvolumen aufweist.

WO 2004/048820 A1



Hydrostatischer Mehrmotorenantrieb

Die Erfindung betrifft einen hydrostatischen Mehrmotorenantrieb mit wenigstens zwei eine gemeinsame Last beaufschlagenden hydraulischen Motoren.

Hydraulische Antriebe mit zwei Motoren sind im wesentlichen in zwei unterschiedlichen Ausführungen bekannt.

In einer ersten Bauform sind die beiden Antriebe fest durch eine Welle miteinander verbunden und laufen damit beide permanent. In Anordnungen, bei denen mindestens einer der Motoren verstellbar ausgebildet ist und dieser Motor zum Erreichen von hohen Geschwindigkeiten durch Verstellung seines Verdrängervolumens bis auf Null verstellt wird, ist es nachteilig, dass der auf Null gestellte Motor mitgeschleppt wird und hierdurch hohe mechanische Verluste entstehen. Zur Vermeidung solcher Probleme sind außerdem Zweimotorenantriebe bekannt, bei denen die beiden Motoren durch Getriebe und Kupplungen miteinander verbunden sind, so dass in den Betriebsbereichen, bei denen der verstellbare Motor auf Null gestellt ist, dieser mechanisch vom zweiten Motor entkoppelt werden kann. Nachteilig bei dieser Lösung ist insbesondere die hohe Komplexität der Kupplungs- und Getriebeanordnung, die nötig ist, um die Synchronisation der beiden Maschinen beim Ein- und Auskuppeln zu gewährleisten, so dass ein gleitender Übergang zwischen den verschiedenen Betriebsbereichen ermöglicht wird.

Aus der DE 100 60 679 A1 ist ein weiterer hydrostatischer Zweimotorenantrieb bekannt, dessen beide Motoren mit wenigstens einer Kupplung verbunden sind. Auch ein solcher Antrieb weist die vorbeschriebenen Nachteile auf.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, diese Nachteile zu vermeiden und einen Mehrmotorenantrieb zu schaffen, der einen weiten Betriebsbereich durch die Verwendung mehrerer Motoren abdeckt und dabei eine möglichst einfache und unproblematische Kopplung der Motoren gewährleistet. Außerdem soll ein Verfahren zur Steuerung des Antriebes angegeben werden, das kontinuierliche Übergänge zwischen den unterschiedlichen Betriebsbereichen erlaubt.

Die Erfindung erreicht dies dadurch, dass die Motoren durch wenigstens einen Freilauf miteinander verbunden sind, wobei der hinter dem Freilauf angeordnete Motor ein verstellbares Verdrängungsvolumen aufweist.

Die Verwendung mehrerer Motoren bietet den Vorteil, dass kleinere Motoren einsetzbar sind und trotzdem im gemeinsamen Betrieb ein hohes Moment erzeugbar ist. Zusätzlich ermöglichen sie aber durch ihre kleine Bauweise eine hohe Drehzahl, was beispielsweise zur Schnellfahrt von mobilen Arbeitsmaschinen sinnvoll ist. Durch die Verwendung eines Freilaufes ist es möglich, dass alle Motoren gemeinsam in Sperrrichtung des Freilaufes zur Erzeugung eines hohen Abtriebsmomentes betrieben werden können. In Bereichen der Schnellfahrt werden dann die hinter den jeweiligen Freiläufen angeordneten Motoren bei auf Null gestelltem Verdrängungsvolumen durch den Freilauf von dem vor dem Freilauf angeordneten Motor entkoppelt, der dadurch den gesamten Volumenstrom der Pumpe(n) zur Erreichung einer hohen Geschwindigkeit zur Verfügung gestellt bekommt. So lassen sich bei großem Motorverdrängungsvolumen ein hohes Moment bei geringer Drehzahl erzeugen und umgekehrt bei gleichbleibender Druckmittelversorgung die Drehzahl erhöhen, wenn das Motorverdrängungsvolumen verkleinert wird. Bei der Reduktion des Motorverdrängungsvolumens auf Null stehen die hinter dem Freilauf angeordneten Motoren und sind dann, solange bis ihr Verdrängungsvolumen auf Null

gestellt bleibt, an der Antriebsleistung nicht mehr beteiligt.

Probleme bei der Synchronisation treten nicht auf, da, sobald das Verdrängungsvolumen der hinter dem Freilauf angeordneten Motoren wieder vergrößert wird, deren Drehzahl steigt, bis der Freilauf sperrt und das durch die vorher entkoppelten Motoren erzeugte Moment über den Freilauf auf die Antriebsachse übertragen wird, d.h. die Drehmomente aller Motoren additiv zum Antrieb der Last genutzt werden.

Wird ein gemeinsamer Druckmittelkreislauf für alle Motoren verwandt, stellt sich automatisch ein Kräftegleichgewicht im gesamten System ein und ein sanftes Anfahren bzw. Abbremsen des durch den Freilauf entkoppelten Motors wird ohne zusätzliche regelungstechnische Einrichtungen erreicht.

Bei Verwendung von derartigen Motoren lassen sich die Vorteile des Freilaufes besonders günstig ausnutzen, da im niedertourigen Bereich mit hohen Drehmomenten die Motoren durch den Freilauf mechanisch gekoppelt sind.

Durch Reduzierung des Motorvolumens steigt die Drehzahl, bis das Volumen eines der Motoren auf Null reduziert wird, so dass lediglich die verbleibenden, nun durch den Freilauf entkoppelten Motoren, zum Antrieb dienen.

Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen. So kann der Drucksensor in der/den Leitung/en zwischen Pumpe und Motor zur Unterscheidung des Betriebszustandes beschleunigen oder verzögern.

Eine bevorzugte Ausgestaltung des Mehrmotorenantriebes ist dadurch gekennzeichnet, dass zur Druckmittelversorgung der Motoren eine verstellbare Pumpe vorgesehen ist. Die Verwendung einer verstellbaren Pumpe hat im Vergleich zur Konstantpumpe mit Regelventil eine Reihe von Vorteilen. So lassen sich einfach kontinuierlich steuerbare Druckmittelflüsse erreichen, die zur Steuerung des Antriebes benutzt werden können. Die steuerbare Druckmittelversorgung bietet in Verbindung mit der Motorregelung Möglichkeiten, die Motorlei-

stung in weiten Bereichen zu variieren und kontinuierliche Leistungsübergänge zu ermöglichen. Durch den Verzicht auf Regelventile im Leistungszweig ist das Antriebssystem außerdem durch die Vermeidung von Energieverlusten in den Ventilanordnungen sehr energiesparend.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Motoren parallel zum Freilauf durch eine schaltbare Kupplung verbunden sind. Die parallele schaltbare Kupplung ermöglicht eine Kraftübertragung auch in Freilaufrichtung. Dies hat den Vorteil, dass in Fällen, in denen der Antrieb eine vergleichbare Leistungscharakteristik in Vorwärts- wie in Rückwärtsrichtung aufweisen soll, der Freilauf überbrückt werden kann. Damit können auch in beiden Richtungen alle vorhandenen Motoren gemeinsam betrieben werden und ein entsprechend hohes Abtriebsmoment an der Abtriebsachse zur Verfügung stellen.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe schlägt die Erfindung auch ein Verfahren zur Beeinflussung der Leistung und/oder Drehrichtung des Antriebes vor, das darin besteht, dass das Fördervolumen der Pumpe verändert und/oder das Volumen eines Motors verstellt und/oder das Volumen weitere Motoren verstellt und/oder die Kupplung gesperrt wird. Zur Beschleunigung eines Mehrmotorenantriebes in Vorwärtsrichtung wird dabei zunächst das Fördervolumen der Pumpe vergrößert, zur weiteren Erhöhung der Drehzahl wird das Volumen des hinter dem Freilauf angeordneten Motors reduziert und ggf. das Volumen der weiteren hinter dem Freilauf angeordneten Motoren reduziert.

Durch die Erhöhung des Fördervolumens der Pumpe nimmt der Druckmittelfluss durch die Motoren zu, was zu einer Beschleunigung des Antriebes führt. Soll die Drehzahl weiter erhöht werden, wird das Volumen eines ersten Motors reduziert, was bei gleichbleibendem Druckmittelfluss zu diesem Motor zu einer Erhöhung der Drehzahl bei abnehmendem Abtriebsmoment führt. Hängen meh-

rere mechanisch gekoppelte Motoren am selben Druckmittelkreis, teilt sich der Druckmittelstrom bei Verringerung des Volumens eines Motors neu auf, in dem ein größerer Teil des Druckmittels zu den Motoren mit gleichbleibendem Volumen fließt, was insgesamt zu einer Erhöhung der Drehzahl aller Motoren führt. Wird das Volumen eines Motors auf Null reduziert, fließt kein Druckmittel mehr durch ihn hindurch, er gibt kein Abtriebsmoment mehr ab und kann auch von den restlichen vor dem Freilauf angeordneten Motoren nicht über den Freilauf in Freilaufantriebe angetrieben werden, so dass er durch den Freilauf abgekoppelt stehen bleibt und der gesamte Druckmittelstrom durch die verbleibenden Motoren fließt.

Die maximale Drehzahl wird erreicht, wenn bei maximalem Fördervolumen der Pumpe das Volumen aller Motoren auf den Minimalwert reduziert ist und im Extremfall alle bis auf einen Motor stehen und der verbleibende durch die Freiläufe von den stehenden Motoren entkoppelte Motor durch den gesamten Druckmittelstrom bei seinem minimalen, von Null verschiedener Volumen mit Maximaldrehzahl läuft.

Eine weitere Verfahrensweise nach der Erfindung dient zur Verzögerung eines Mehrmotorenantriebes und ist dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpe als Motor arbeitet, alle vor dem Freilauf angeordneten Motoren mit einem Verdrängungsvolumen größer als Null als Pumpe arbeiten und das Volumen der weiteren hinter dem Freilauf angeordneten Motoren auf Null gestellt wird.

Mit diesem Verfahren ist es möglich, eine besonders energiesparende Verzögerung des Antriebes zu erreichen. Dabei kann die bei Motorbetrieb der Pumpe an deren Antriebswelle abgegebene Leistung zum Antrieb weiterer mechanischer Komponenten benutzt werden und muss nicht in Verlustwärme umgesetzt werden. Um dies zu erreichen, wird das gewünschte Verzögerungsverhalten des Antriebes durch entsprechende steuerungstechnische Maßnahmen an

den verstellbaren Pumpen und Motoren erreicht. Ein solcher Zustand tritt auf, wenn der über dem/den Motor/en anliegende Differenzdruck sein Vorzeichen umkehrt und die kinetische Energie der Last an den Hydraulikkreis abgegeben wird. Durch Anpassung des Fördervolumens der Pumpe und bei Verwendung eines durch Verstellung des Verdrängungsvolumens steuerbaren Motors vor dem Freilauf kann die Verzögerung des Antriebs (der Last) und die Menge der an andere pumpenseitig gekoppelte Verbraucher abgegebenen Energie reguliert werden.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Beschleunigen des Mehrmotorenantriebes in Rückwärtsrichtung besteht darin, dass die Förderrichtung der Pumpe umgekehrt wird, das Fördervolumen der Pumpe vergrößert und zur weiteren Erhöhung der Drehzahl bei Verwendung eines verstellbaren Motors vor dem Freilauf dessen Verdrängungsvolumen reduziert wird. Diese Verfahrensweise dient dem einfachen Betrieb des Mehrmotorenantriebes in Rückwärtsrichtung. Durch Null verstellbare Pumpen lassen eine Umkehr der Förderrichtung des Druckmittelflusses im Kreislauf zu. Hierdurch bewegen sich die Motoren ebenfalls in umgekehrter Richtung. Durch Erhöhen des Fördervolumens der Pumpe und Reduktion des Verdrängungsvolumens des verstellbaren Motors läßt sich, wie weiter oben schon ausgeführt, die Drehzahl des Antriebs und damit der angetriebenen Last erhöhen.

Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Beschleunigen des Mehrmotorenantriebes in Rückwärtsrichtung, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die schaltbare Kupplung geschlossen wird, um den Freilauf in Freilaufrichtung zu überbrücken und die Förderrichtung der Pumpe umgekehrt wird, das Fördervolumen der Pumpe vergrößert wird, zur weiteren Erhöhung der Drehzahl das Volumen eines ersten Motors reduziert und ggf. das Volumen der weiteren Motoren reduziert wird.

Damit ein solcher Mehrmotorenantrieb im Langsambetrieb die gleichen Antriebscharakteristiken in Vorwärts- wie in Rückwärtsrichtung besitzt, kann, wie oben beschrieben, eine Kupplung parallel zum Freilauf eingesetzt werden. Die Kupplung wird für den Betrieb in Rückwärtsrichtung dann geschlossen und anschließend die Förderrichtung der Pumpe umgekehrt, wodurch alle Motoren mit einem Volumen größer als Null durch den umgekehrten Ölstrom in Rückwärtsrichtung angetrieben werden. Durch Erhöhung des Fördervolumens der Pumpe kann die Drehzahl des Antriebes erhöht werden, da sich der Ölstrom automatisch auf die Antriebe aufteilt. Zur weiteren Erhöhung der Drehzahl wird dann analog zum Verfahren in Vorwärtsrichtung das Volumen der Motoren nacheinander reduziert, bis eine Maximaldrehzahl der Gesamtanordnung erreicht ist.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aufgrund der nachfolgenden Beschreibung sowie anhand der Zeichnungen. Diese zeigen in:

Fig. 1 eine schematische Übersicht eines erfindungsgemäßen

Mehrmotorenantriebes mit einem regelbaren Motor,

Fig. 2 einen Querschnitt durch einen beispielhaft dargestellten Freilauf für die Lösung der Mehrmotorenanordnung nach der Erfindung,

Fig. 3 eine schematische Übersicht über den Mehrmotorenantrieb mit zwei regelbaren Motoren,

Fig. 4 eine Darstellung des Antriebes mit einer schaltbaren Kupplung,

Fig. 5 eine Darstellung des hydraulischen Schaltplanes für einen Mehrmotorenantrieb nach der Erfindung sowie in

Fig. 6 eine Darstellung der Fahrkennlinie des Mehrmotorenantriebes.

Ein allgemein mit 1 bezeichneter erfindungsgemäßer Mehrmotorenantrieb weist einen im Motorvolumen verstellbaren hydraulischen Motor 2 und einen hydraulischen Motor mit konstantem Verdrängungsvolumen 3 auf. Diese sind über einen mechanischen Freilauf 4 miteinander verbunden. Eine verstellbare hydraulische Pumpe 5 versorgt den hydraulischen Kreislauf über Leitungen 6 und 7 mit Druckmittel.

Mindestens ein Drucksensor mit Messsignalumformer 8 misst den Druck im Hydraulikkreislauf und gibt ihn in Form eines elektrischen Signales an eine Steuereinheit 9 weiter. Diese berechnet aus den gemessenen Zustandsgrößen im Kreis und den vom Bediener vorgegebenen Soll-Größen die Stell-Signale und steuert damit über die Motorsteuerung 9b das Motorvolumen des verstellbaren Motors 2 sowie mit der Pumpensteuerung 9a das Verdrängungsvolumen der verstellbaren Pumpe 5.

Abhängig vom Volumenstrom der Pumpe 5 und dem Motorvolumen des verstellbaren Motors 2 stellt sich damit eine Drehzahl der Motoren ein. Abhängig von der Einstellung des verstellbaren Motors 2 teilt sich der Volumenstrom der Pumpe 5 dabei auf die beiden Motoren 2 und 3 auf, wobei wegen der Parallelschaltung der Motoren über beide Motoren die gleiche Druckdifferenz anliegt und der Freilauf solange blockiert und dabei die Drehmomente beider Motoren auf die Abtriebsachse übertragen werden, bis das vom verstellbaren Motor abgegebene Drehmoment gleich Null ist und dieser dann stehen bleibt. So treiben die beiden Motoren 2 und 3 gemeinsam eine Last 10 an, z.B. ein Fahrwerk eines Fahrzeuges.

Der Freilauf 4 besteht, wie in Fig. 2 beispielhaft dargestellt, aus einem äußeren Ring 11, der kraftschlüssig mit dem lastseitigen Motor verbunden ist. Im Inneren des Ringes 11 befindet sich ein Sternrad 12, das mit dem verstellbaren

Motor 2 verbunden ist. Wird das Sternrad 12 angetrieben, verklemmen sich auf den äußeren Kulissenflächen abrollende Metallkugeln 13 mit der inneren Oberfläche des Ringes 11 und bewirken so eine Kraftübertragung vom Sternrad 12 auf den äußeren Ring 11. Bewegt sich der äußere Ring 11 schneller als das Sternrad 12, fallen die Kugeln in Ausnehmungen des Rades 12 und es findet keine Übertragung der Bewegung vom äußeren Ring 11 auf das Sternrad 12 statt, so dass sich der Ring 11 in diese Richtung frei drehen kann.

Eine alternative Möglichkeit, bei der beide Motoren verstellbar sind, ist in Fig. 3 dargestellt. Hierbei ist neben dem ersten verstellbaren Motor 2 auch der lastseitige Motor 3' verstellbar und kann von der Regelung 9, abhängig von dem aktuellen Zustand des Antriebes und den gewünschten Soll-Größen, verstellt werden. Dadurch ist es möglich, den Betriebsbereich des Antriebes weiter zu vergrößern.

Bei Rückwärtsfahrt ist durch den Freilauf 4 keine Kraftübertragung vom Motor 2 auf die Last 10 möglich. Für den Fall, dass im Rückwärtsbetrieb dasselbe maximale Moment an der Last zur Verfügung stehen soll wie beim Vorwärtsbetrieb, ist eine steuerbare Kupplung 14 parallel zum Freilauf vorgesehen, wie in Fig. 4 dargestellt. Diese wird im Rückwärtsbetrieb geschlossen und ermöglicht so eine Kraftübertragung vom Motor 2 über den Motor 3 an die Last 10 auch in Freilaufichtung des Freilaufes 4.

Der Aufbau des hydraulischen Kreises ist in Fig. 5 näher dargestellt. Ein Verbrennungsmotor 15 treibt die verstellbare Pumpe 5 an und gleichzeitig eine Konstantpumpe 16, die den Niederdruckkreis 18 vorspannt, der im wesentlichen aus einem Druckmittelvorratsbehälter 17 und einem Druckventil 19 besteht.

Der Niederdruckkreis 18 ist über zwei Rückschlagventile 20 und 21 mit dem Hochdruckkreis verbunden. Dieser wird durch zwei Überdruckventile 22 und

23 vor Zerstörung durch Überdrücke im Kreis geschützt. Daran schließt sich über die Druckmittelleitungen 6 und 7 der Antriebsteil mit den beiden hydraulischen Motoren 2 und 3 an, die mit einem durch die entspernbare Kupplung 14 überbrückbaren Freilauf 4 miteinander verbunden sind.

Die an die Last 10 abgegebene Leistung wird durch die verstellbare Pumpe 5 bestimmt, die von dem Verbrennungsmotor 15 mit einer bestimmten Drehzahl angetrieben wird. Der abgegebene Druckmittelvolumenstrom bestimmt sich durch die Einstellung des Verdrängungsvolumens der Pumpe 5. In welchem Verhältnis von Drehzahl und Moment diese Leistung an die Last 10 abgegeben wird, bestimmt sich durch die Einstellung des Motorvolumens des verstellbaren Motors 2.

Die sich dadurch ergebende Fahrkennlinie des Antriebes 1 im Vorwärtsbetrieb ist in Fig. 6 prinzipiell dargestellt. Diese zeigt ein Diagramm, bei der das Lastmoment über der Drehzahl aufgetragen ist. Zum Anlauf des Motors im Punkt A wird das Verdrängungsvolumen erhöht, wobei das Motorvolumen des verstellbaren Motors maximal ist. Durch die Erhöhung des Pumpenvolumenstromes nimmt die Drehzahl des Motors zu bis zum maximalen oder einen vorher gewählten Einstellwert des Pumpenverdrängungsvolumens im Punkt B. Zur weiteren Erhöhung der Drehzahl wird nun das Motorvolumen des verstellbaren Motors reduziert, was zu einer Verringerung des an die Last abgegebenen Momentes führt. Die Abnahme des Motorvolumens bewirkt, dass der zur Verfügung gestellte Volumenstrom durch das in Summe für beide Motoren kleiner werdende Motorvolumen fließen muss, wodurch die Drehzahlerhöhung bewirkt wird. Im Punkt C ist das Volumen des verstellbaren Motors 2 auf Null reduziert, so dass der gesamte zur Verfügung stehende Volumenstrom nur noch durch den Motor 3 fließt. Hier ist im Falle, dass nur der Motor 2 verstellbar ist und die Pumpe bereits auf maximales Verdrängungsvolumen gestellt ist,

die maximale Drehzahl erreicht. Ist auch der Motor 3' verstellbar, kann dessen Motorvolumen ebenfalls reduziert werden, was eine weitere Drehzahlerhöhung bewirkt. Die maximale Drehzahl ist dann in Punkt D erreicht, bei dem der maximale Pumpenvolumenstrom durch das minimale Motorvolumen des verstellbaren Motors 3' fließt und der Motor 2 durch sein auf Null reduziertes Volumen steht, wobei er durch den Freilauf 4 von der Last abgekoppelt ist.

Natürlich ist die Erfindung nicht auf die vorstehenden Beispiele beschränkt, sondern kann auch in vielfältiger Weise abgeändert werden, ohne den Grundgedanken zu verlassen. Insbesondere ist die Anzahl der Motoren nicht auf zwei beschränkt, sondern kann durchaus mehr betragen, wodurch sich die Flexibilität des Antriebs weiter erhöht, da sich ein deutlich größerer Drehzahlbereich bzw. größere Motormomente erzielen lassen. Auch die Kombination von verstellbaren und nicht verstellbaren Motoren ist nicht auf das obige Beispiel beschränkt. Außerdem läßt sich ein solcher Antrieb auch in globale Hydraulikkreise einbinden, bei denen vielfältige in einem so angetriebenen Nutzfahrzeug vorhandene hydraulisch bewegte Lasten mit einem umfassenden Steuerungskonzept bedient werden.

Liste der Bezugszeichen

- 1 Mehrmotorenantrieb
- 2 verstellbarer hydraulischer Motor
- 3 hydraulischer Motor mit konstantem Verdrängungsvolumen
- 3' lastseitiger Motor
- 4 mechanischer Freilauf
- 5 hydraulische Pumpe
- 6 Leitung
- 7 Leitung
- 8 Messsignalumformer
- 9 Steuereinheit
- 9a Pumpensteuerung
- 9b Motorsteuerung
- 10 Last
- 11 äußerer Ring
- 12 Sternrad
- 13 abrollende Metallkugeln
- 14 steuerbare Kupplung
- 15 Verbrennungsmotor
- 16 Konstantpumpe
- 17 Druckmittelvorratsbehälter
- 18 Niederdruckkreis
- 19 Druckventil
- 20 Rückschlagventil
- 21 Rückschlagventil
- 22 Überdruckventil
- 23 Überdruckventil

Patentansprüche

1. Hydrostatischer Mehrmotorenantrieb mit wenigstens zwei hydraulischen, eine gemeinsame Last beaufschlagenden Motoren,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Motoren (2,3) durch wenigstens einen Freilauf (4) miteinander verbunden sind, wobei der hinter dem Freilauf angeordnete Motor (2) ein verstellbares Verdrängungsvolumen aufweist.
2. Hydrostatischer Mehrmotorenantrieb nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens ein Drucksensor in der/den Leitung/en zwischen Pumpe (2,3) und Motor (5) zur Unterscheidung des Betriebszustandes Beschleunigen oder Verzögern vorgesehen ist.
3. Hydrostatischer Mehrmotorenantrieb nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Druckmittelversorgung der Motoren (2,3) wenigstens eine verstellbare Pumpe (5) vorgesehen ist.
4. Hydrostatischer Mehrmotorenantrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Motoren (2,3) parallel zum Freilauf (4) durch eine steuerbare Kupplung (14) verbunden sind.

5. Hydrostatischer Mehrmotorenantrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Motoren (2,3) mit dem Freilauf (4) und der steuerbaren Kupplung (14) in einem Gehäuse angeordnet sind.
6. Hydrostatischer Mehrmotorenantrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
dass eine elektronische Steuereinheit (Mikroprozessor) zur Ansteuerung der verstellbaren hydrostatischen Pumpe und/oder Motoren vorgesehen ist.
7. Verfahren zur Beeinflussung der Leistung und/oder Drehrichtung des Antriebes, insbesondere nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Fördervolumen der Pumpe verändert und/oder das Volumen eines Motors verringert und/oder vergrößert und das Volumen weiterer Motoren verringert und/oder vergrößert und für Rückwärtsfahrt eine steuerbare Kupplung gesperrt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7 zur Beschleunigung eines Mehrmotorenantriebes in Vorwärtsrichtung, **dadurch gekennzeichnet**,
dass zunächst das Fördervolumen der Pumpe (5) vergrößert wird, zur weiteren Erhöhung der Drehzahl das Volumen eines ersten Motors (2) reduziert wird und ggf. das Volumen der weiteren Motoren (3') reduziert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 zur Verzögerung eines Mehrmotorenantriebes, **dadurch gekennzeichnet**,
dass durch den/die Drucksensoren in der Leitung der Druckwechsel im System erkannt und das Verdrängungsvolumen des/der hinter dem Freilauf angeordneten Motors (2) auf Null gestellt wird und das Verzögerungsverhalten des Antriebes durch Einstellung des Verdrängungsvolumens der Pumpe (5) beeinflusst wird.
10. Verfahren nach Anspruch 7 zum Beschleunigen eines Mehrmotorenantriebes in Rückwärtsrichtung, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Förderrichtung der Pumpe (5) umgekehrt wird, das Fördervolumen der Pumpe (5) vergrößert wird und zur weiteren Erhöhung der Drehzahl das Volumen des Motors (2) reduziert wird.
11. Steuerungsverfahren zum Beschleunigen eines Mehrmotorenantriebes nach Anspruch 7 in Rückwärtsrichtung,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kupplung (14) gesperrt und die Förderrichtung der Pumpe (5) umgekehrt wird, das Fördervolumen der Pumpe (5) vergrößert wird, zur weiteren Erhöhung der Drehzahl das Volumen eines ersten Motors (2) reduziert wird und ggf. das Volumen der weiteren Motoren (3') reduziert wird.
12. Mobile Arbeitsmaschine mit einem hydrostatischen Mehrmotorenantrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6.

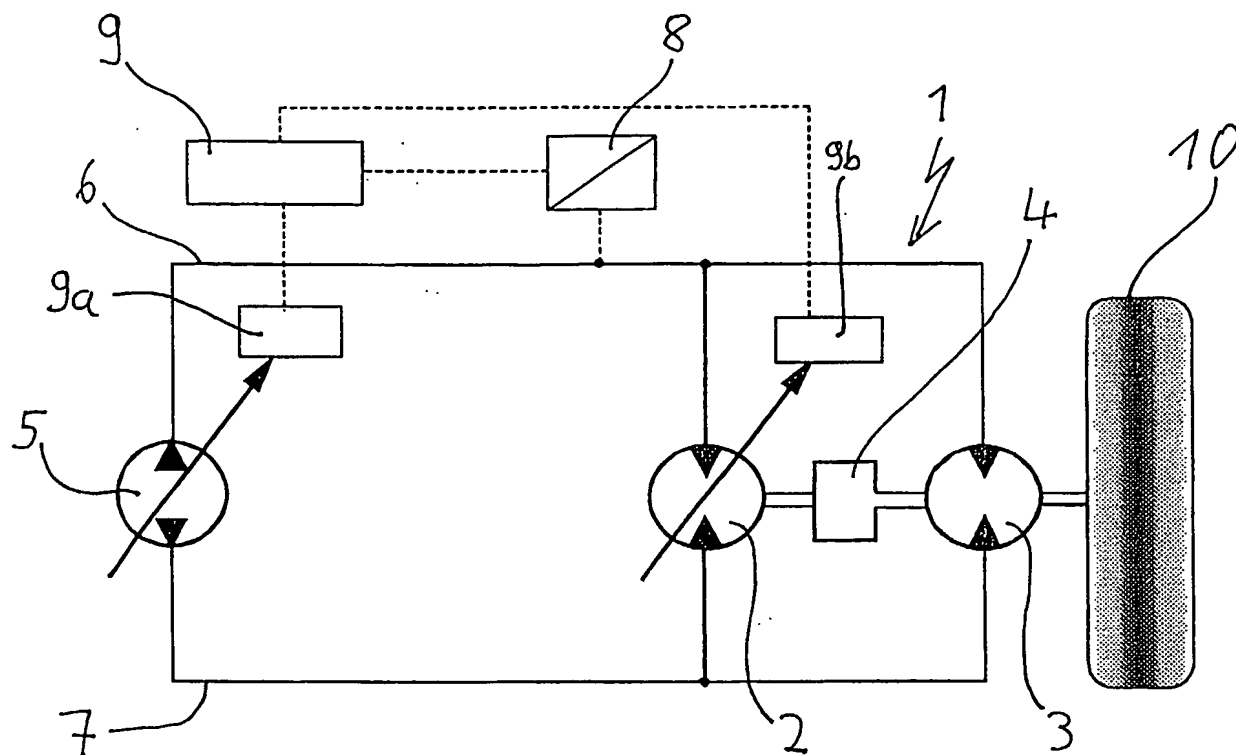


Fig. 1

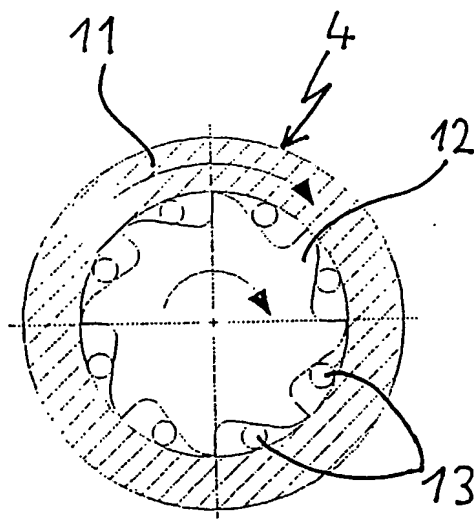


Fig. 2

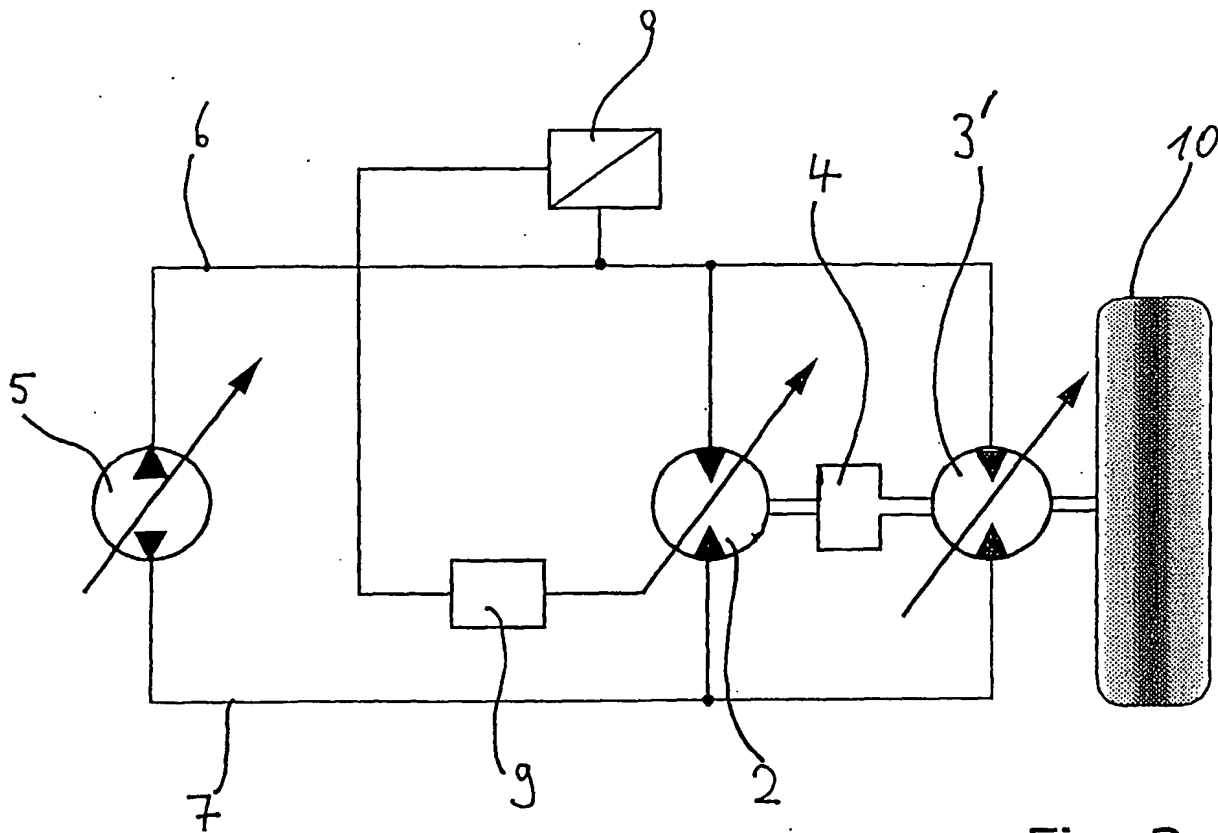


Fig. 3

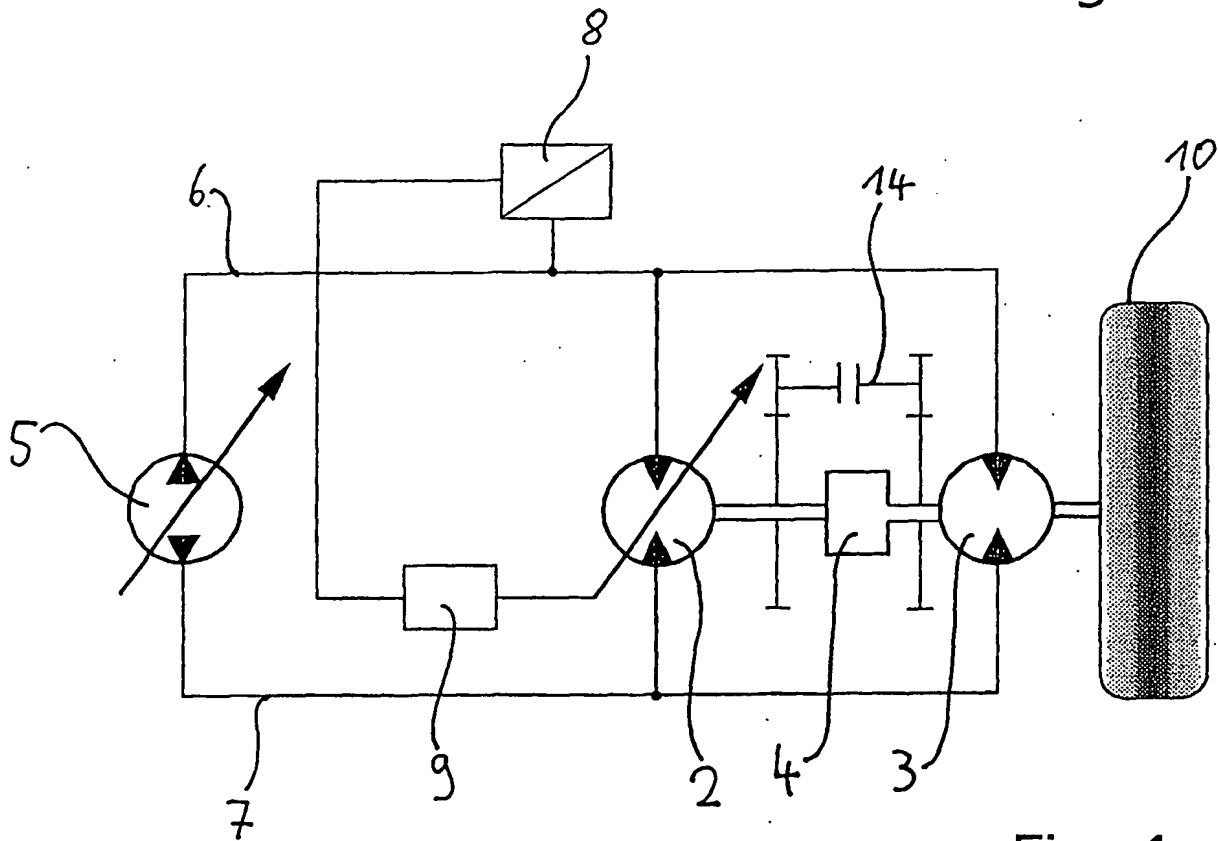


Fig. 4

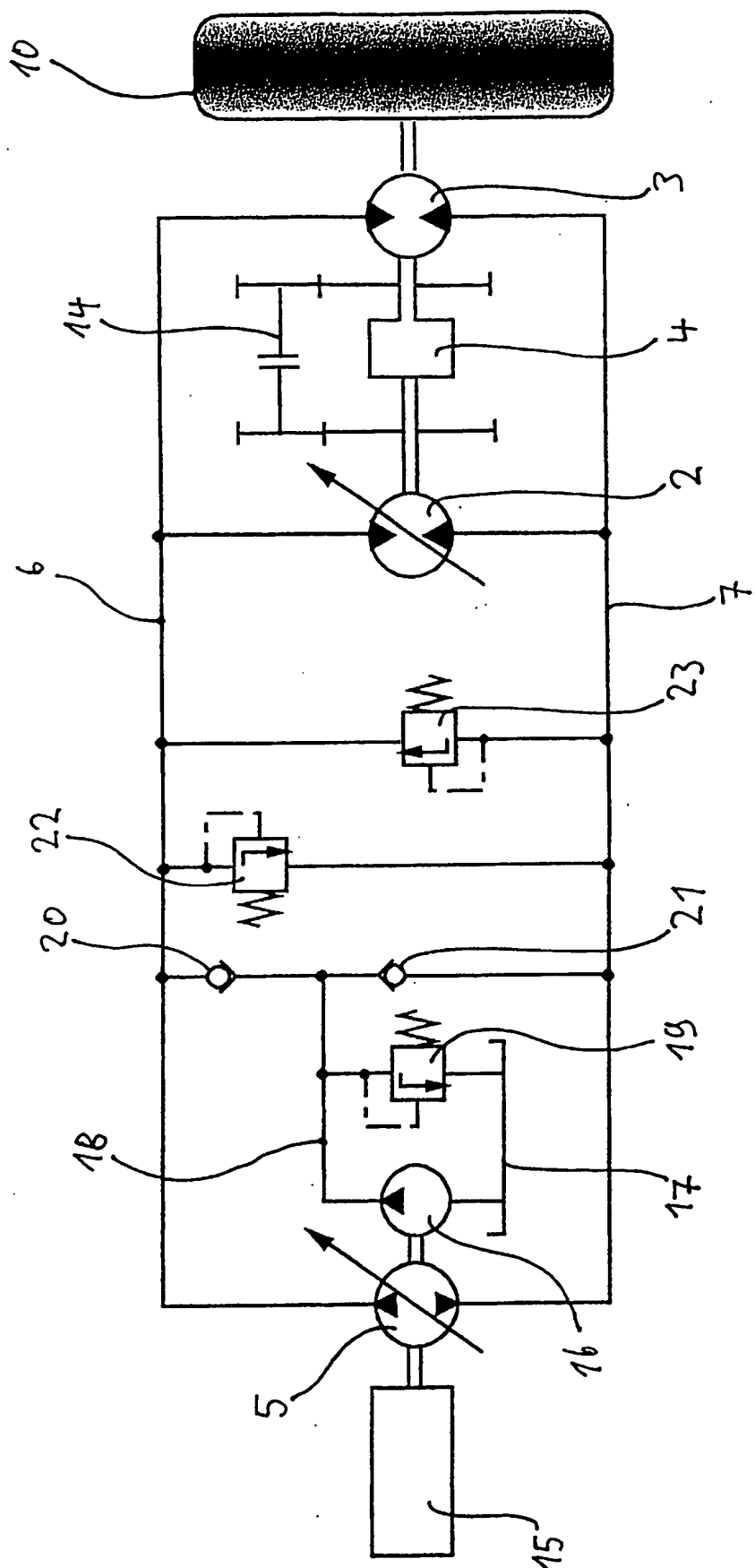


Fig. 5

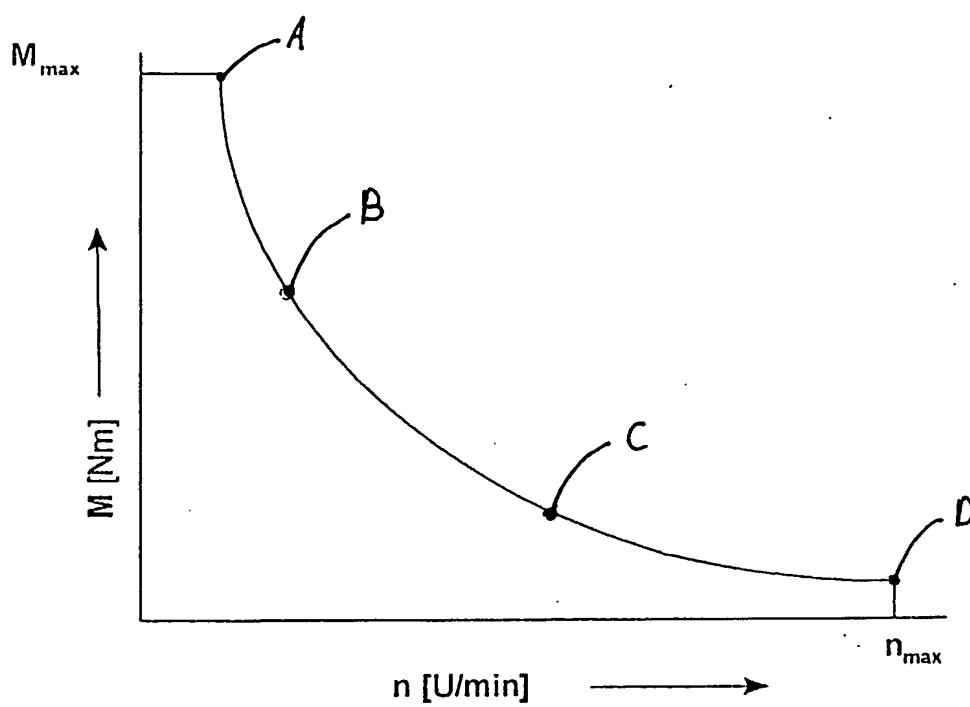


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/03682

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F16H61/42 F16H61/44 B60K17/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60K F16H E02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 42 03 877 A (FRITZ SAUERWALD FABRIK FUER GE) 17 September 1992 (1992-09-17) column 3, line 1 - line 35 figures 1-3	1-12
A	GB 2 257 496 A (ORENSTEIN & KOPPEL AG) 13 January 1993 (1993-01-13) abstract figure 1	1-12
A	EP 0 482 524 A (CLARK HURTH COMPONENTS SPA) 29 April 1992 (1992-04-29) abstract claims 1,2 figure 1	1-12
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 April 2004

Date of mailing of the international search report

07/05/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zevelakis, N

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 03/03682

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 518 461 A (PFORDT HARTWIG) 21 May 1996 (1996-05-21) abstract column 4, line 15 - line 20 figure 1 ---	1-12
A	US 6 059 534 A (KOTAKE NOBUKAZU ET AL) 9 May 2000 (2000-05-09) abstract claims 1,2,6 figures 1-3 ---	1-12
A	DE 197 35 287 A (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN) 18 February 1999 (1999-02-18) abstract figure 1 -----	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/03682

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4203877	A	17-09-1992	DE 9102664 U1	09-07-1992
			DE 4203877 A1	17-09-1992
GB 2257496	A	13-01-1993	DE 3907633 A1	20-09-1990
			DE 8915954 U1	25-06-1992
			FR 2644215 A1	14-09-1990
			GB 2229797 A , B	03-10-1990
			IT 1239812 B	15-11-1993
			JP 2240442 A	25-09-1990
			JP 2677692 B2	17-11-1997
			KR 9614073 B1	12-10-1996
			SE 468083 B	02-11-1992
			SE 8903508 A	10-09-1990
			US 5159992 A	03-11-1992
EP 0482524	A	29-04-1992	IT 1244319 B	08-07-1994
			AT 127202 T	15-09-1995
			DE 69112564 D1	05-10-1995
			DE 69112564 T2	25-04-1996
			EP 0482524 A1	29-04-1992
US 5518461	A	21-05-1996	DE 4307616 A1	15-09-1994
			AT 160003 T	15-11-1997
			CA 2117137 A1	09-09-1994
			DE 59404498 D1	11-12-1997
			EP 0615077 A1	14-09-1994
US 6059534	A	09-05-2000	AT 195166 T	15-08-2000
			AU 1609797 A	28-08-1997
			DE 69702698 D1	07-09-2000
			DE 69702698 T2	12-04-2001
			DK 877880 T3	06-11-2000
			EP 0877880 A1	18-11-1998
			ES 2151242 T3	16-12-2000
			WO 9729308 A1	14-08-1997
			PT 877880 T	31-01-2001
DE 19735287	A	18-02-1999	DE 19735287 A1	18-02-1999

PCT/DE 03/03682

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03682

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 518 461 A (PFORDT HARTWIG) 21. Mai 1996 (1996-05-21) Zusammenfassung Spalte 4, Zeile 15 - Zeile 20 Abbildung 1 ---	1-12
A	US 6 059 534 A (KOTAKE NOBUKAZU ET AL) 9. Mai 2000 (2000-05-09) Zusammenfassung Ansprüche 1,2,6 Abbildungen 1-3 ---	1-12
A	DE 197 35 287 A (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN) 18. Februar 1999 (1999-02-18) Zusammenfassung Abbildung 1 -----	1-12

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03682

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 4203877	A	17-09-1992	DE	9102664 U1	09-07-1992
			DE	4203877 A1	17-09-1992
GB 2257496	A	13-01-1993	DE	3907633 A1	20-09-1990
			DE	8915954 U1	25-06-1992
			FR	2644215 A1	14-09-1990
			GB	2229797 A , B	03-10-1990
			IT	1239812 B	15-11-1993
			JP	2240442 A	25-09-1990
			JP	2677692 B2	17-11-1997
			KR	9614073 B1	12-10-1996
			SE	468083 B	02-11-1992
			SE	8903508 A	10-09-1990
			US	5159992 A	03-11-1992
EP 0482524	A	29-04-1992	IT	1244319 B	08-07-1994
			AT	127202 T	15-09-1995
			DE	69112564 D1	05-10-1995
			DE	69112564 T2	25-04-1996
			EP	0482524 A1	29-04-1992
US 5518461	A	21-05-1996	DE	4307616 A1	15-09-1994
			AT	160003 T	15-11-1997
			CA	2117137 A1	09-09-1994
			DE	59404498 D1	11-12-1997
			EP	0615077 A1	14-09-1994
US 6059534	A	09-05-2000	AT	195166 T	15-08-2000
			AU	1609797 A	28-08-1997
			DE	69702698 D1	07-09-2000
			DE	69702698 T2	12-04-2001
			DK	877880 T3	06-11-2000
			EP	0877880 A1	18-11-1998
			ES	2151242 T3	16-12-2000
			WO	9729308 A1	14-08-1997
DE 19735287	A	18-02-1999	PT	877880 T	31-01-2001
			DE	19735287 A1	18-02-1999